



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 06 523.7

**Anmeldetag:** 14. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Hennecke GmbH, Leverkusen/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung von Polyurethan-Formteilen

**IPC:** B 29 C, B 29 B, C 08 L

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. Dezember 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Letang

### **Verfahren zur Herstellung von Polyurethan-Formteilen**

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Polyurethan-Formteilen, bei dem die Reaktionskomponenten unter Hochdruck in einem Mischkopf vermischt werden, und eine Verfälschung des Mischungsverhältnisses beim Umschalten von Kreislauffahrweise auf Schussbetrieb vermieden wird.

10 Rezirkulations-Mischköpfe arbeiten nur in einem eng begrenzten Leistungsbereich ohne Veränderung des Drucks beim Umschalten von Kreislauffahrweise auf Schussbetrieb.

15 Insbesondere bei hohen Viskositäten und großen Bereichen der Austragsleistung entstehen Druckunterschiede der strömenden Komponenten zwischen dem Schussbetrieb und dem Kreislaufbetrieb, da die Strömungswiderstände der eingesetzten Bauteile durchsatz- und viskositätsabhängig sind. Zur Zeit müssen diese Druckunterschiede zwischen Kreislaufbetrieb und Schussbetrieb und die damit verbundenen Folgen hingenommen werden.

20 Vor dem Hintergrund gestiegener Qualitätsanforderungen, wie beispielsweise DIN ISO 9001, werden auch für die Produktionsanlagen, die für die Herstellung von Polyurethanen eingesetzt werden, Prozessfähigkeitsnachweise verlangt. Diese können zur Zeit nicht befriedigend erfüllt werden.

25 Die Herstellung von Formteilen aus Polyurethan erfolgt mittels einer sogenannten Reaktionsgießmaschine. Dabei werden mindestens zwei miteinander reagierende Reaktivkomponenten (Isocyanat und Polyol) in einem vorgegebenen Mischungsverhältnis über Rohr- und Schlauchleitungen einem Mischkopf zugeführt. Die jeweiligen Volumenströme und damit das Mischungsverhältnis der beiden Reaktivkomponenten werden dabei durch die Dosieraggregate vorgegeben.

30

Der Mischkopf ist üblicherweise als Rezirkulations-Mischkopf ausgeführt. Das bedeutet, dass die Reaktivkomponenten vor dem eigentlichen Mischvorgang (Schuss oder Schussbetrieb) im Kreislauf über den Mischkopf geführt werden, wobei die Volumenströme sowie die Drücke, die zur Dosierung bzw. zur Vermischung erforderlich sind, bereits während der Rezirkulation exakt eingestellt sind.

Im Mischkopf befinden sich die Mischdüsen sowie die Umschaltorgane, welche die Anlage von Kreislauffahrweise nach Schussbetrieb oder zurück umschalten. Bei Umschalten von Kreislauffahrweise nach Schussbetrieb wird die Rezirkulation der Komponenten unterbrochen und die Komponenten in die Mischkammer und das sich anschließende Auslaufrohr des Mischkopfes und bis in die Form geleitet.

Der Dosiervorgang wird in die beiden Phasen Rezirkulation und Schuss unterteilt.

Beim Umschalten von Rezirkulation (Kreislauffahrweise) in den Schussbetrieb werden die Umschaltorgane, beispielsweise ein Nutenschieber oder je nach eingesetztem Mischkopftyp auch andere geeignete Umschaltorgane, hydraulisch sehr schnell geschaltet, wobei die Volumenströme und Drücke der geförderten Komponenten idealerweise gleich bleiben sollten.

In der Praxis kommt es jedoch insbesondere bei der Vermischung von hochviskosen Komponenten in Hochdruckmischköpfen häufig zu Änderungen des Drucks der Komponenten beim Umschalten von der Kreislauffahrweise in den Schussbetrieb. Das hat zur Folge, dass sich auch die Volumenströme der Komponenten ändern. Dies ist bedingt durch die Elastizität der Schlauchleitungen sowie durch die Kompressibilität der Komponenten. Dieser Vorgang wird auch als „Abatmen“ bezeichnet. Eine Änderung der Volumenströme wiederum bewirkt ein falsches Mischungsverhältnis und damit die Produktion von Ausschussformteilen, zumindest von Formteilen minderer Qualität.

Der Druck der Komponenten wird durch den durchsatz- und viskositätsabhängigen Druckverlust der Komponenten bei der Durchströmung der Leitungen und der eingebauten Bauteile, beispielsweise der Druckeinstellorgane wie Düsen oder Drosseln, bestimmt. Der erzeugte Druckverlust der üblichen Druckeinstellorgane ist dabei eine  
5 Funktion des Durchsatzes.

Zusätzlich zum Druckverlust, der durch die Durchströmung der Druckeinstellorgane erzeugt wird, wirken in der Rezirkulationsphase weitere Strömungswiderstände, die einen zusätzlichen Druckverlust erzeugen. Dies sind im wesentlichen die  
10 Strömungswiderstände, die durch die Rücklaufleitung (Zirkulationsleitung) erzeugt werden oder die beim Durchströmen von Kanälen der Umschaltorgane (Kreislaufnuten) entstehen. Auch diese Strömungswiderstände sind eine Funktion des Durchsatzes.

15 Während der Rezirkulation treten somit andere Strömungswiderstände auf als während des Schussbetriebs, da während der Rezirkulation teilweise andere Leitungen und Bauteile, wie beispielsweise die Kreislaufnuten und die Rücklaufleitungen, durchströmt werden als während des Schussbetriebs.

20 Daher kommt es beim Umschalten von der Kreislauffahrweise in den Schussbetrieb zu Druckänderungen. Diese treten insbesondere bei hohen Komponentenviskositäten und bei großen Bereichen der Austragsleistungen auf, da die Strömungswiderstände viskositäts- und durchsatzabhängig sind. Dadurch kommt es dann zu Änderungen der Volumenströme und damit zur Änderung des Mischungsverhältnisses der Kompo-  
25 nenten, welche die Qualität des Formteils bis zum Ausschuss verschlechtern kann.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand daher darin, ein Verfahren zur Herstellung von Polyurethan-Formteilen zur Verfügung zu stellen, bei dem beim Umschalten von Kreislauffahrweise auf Schussbetrieb eine Verfälschung des  
30 Mischungsverhältnisses vermieden werden kann.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Polyurethan-Formteilen, bei dem mindestens eine Isocyanat- und mindestens eine Polyolkomponente im Schussbetrieb mit vorgegebenen Volumenströmen  $\dot{V}_{s/Iso}$  für das Isocyanat und  $\dot{V}_{s/Polyol}$  für das Polyol und vorgegebenen Drücken  $p_{s/Iso}$  für das Isocyanat und  $p_{s/Polyol}$  für das Polyol für eine vorgegebene Zeitspanne  $\Delta t$  in eine Mischkammer (13) gefördert werden, in der Mischkammer (13) vermischt werden und das Polyurethan-Reaktionsgemisch anschließend in eine Form ausgetragen wird und bei dem die Komponenten vor dem Schussbetrieb durch Zirkulationsleitungen (3) zwischen dem Mischkopf und den jeweils zugeordneten Komponentenbehältern (4) im Kreislauf gefördert werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Drücke der Komponenten mittels Drucksensoren (10) gemessen und über Impulsleitungen einer Steuereinrichtung (12) übermittelt werden und dass während der Förderung im Kreislauf die Volumenströme der Komponenten so eingestellt werden, dass die Drücke der Komponenten im Kreislauf den vorgegebenen Drücken  $p_{s/Iso}$  bzw.  $p_{s/Polyol}$  der Komponenten für den Schussbetrieb entsprechen, und dass während des Umschaltens von Kreislauffahrweise auf Schussbetrieb die vorgegebenen Volumenströme  $\dot{V}_{s/Iso}$  und  $\dot{V}_{s/Polyol}$  der Komponenten für den Schussbetrieb eingestellt werden, wobei die Einstellung der Volumenströme der Komponenten durch die Einstellung der Antriebe (11) der Dosierorgane (6) durch die Steuereinrichtung (12) erfolgt.

20

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird also nicht mehr versucht, den Druck und den Dosiervolumenstrom während der Rezirkulationsphase auf die Werte einzustellen, die den Werten im Schussbetrieb entsprechen. Vielmehr wird der Volumenstrom in der Rezirkulationsphase so eingestellt, dass der während der Rezirkulation resultierende Druck dem Druck entspricht, der für den Schussbetrieb gefordert ist. Der Dosiervolumenstrom wird erst dann eingestellt, wenn die Umschaltorgane von Kreislauffahrweise in Schussbetrieb umschalten.

Diese Vorgehensweise wird dadurch möglich, dass die Einstellung des Volumenstroms der Dosierorgane in der Zeit erfolgt, in der die Umschaltorgane von Kreislauffahrweise in den Schussbetrieb umschalten. Zu diesem Zweck wird der

30

Antrieb des Dosierorgans von einer Steuereinrichtung geregelt und zwar durch die eingehenden Analogwerte der Drucksensoren und des Volumenstromzählers, sowie einer Zustandsmeldung der Umschaltorgane.

5 Die Steuereinrichtung benötigt dazu eine Reihe von Informationen:

- Zunächst wird die Maschine eingerichtet. Das bedeutet, dass in der Kreislauffahrweise die Kennlinien für den Druck und den Massen- oder Volumenstrom in Abhängigkeit von der Pumpendrehzahl aufgenommen und  
10 in der Steuereinrichtung hinterlegt werden.
- Mit dem ersten Schuss werden die Schussdrücke  $p_{s/Iso}$  und  $p_{s/Polyol}$  für einen festen Massen- oder Volumenstrom im Schussbetrieb ermittelt und ebenfalls in der Steuerung hinterlegt.
- Soll ein weiterer Schuss unter den gleichen Bedingungen durchgeführt  
15 werden, so stellt die Steuereinrichtung in der Kreislauffahrweise eine Förderleistung der Dosierorgane (beispielsweise Pumpendrehzahlen) ein, die den hinterlegten Schussdrücken  $p_{s/Iso}$  und  $p_{s/Polyol}$  entspricht.
- Im Moment des Umschaltens von der Kreislauffahrweise in den Schussbetrieb wird dann die Förderleistung eingestellt (beispielsweise durch Ver-  
20 stellung der Pumpendrehzahl), die der geforderten Dosierleistung für den Schussbetrieb entspricht.

In einer speziellen Ausführungsform der Erfindung werden einzelne Wertepaare von Schussdaten (also jeweils einzustellende Förderleistung in der Kreislauffahrweise  
25 und Schussdrücke  $p_{s/Iso}$  und  $p_{s/Polyol}$  ) zu einer dynamischen Kennlinie interpoliert. Damit verfügt dann die Anlagensteuerung über Daten für Druckeinstellungen, die als Schuss noch nicht ausgeführt wurden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

30

Figur 1 zeigt eine Anlage zur Herstellung von Polyurethan-Formteilen im Rezirkulationsbetrieb.

5      Figur 2 zeigt eine Anlage zur Herstellung von Polyurethan-Formteilen im Schussbetrieb.

Figur 3 zeigt je einen Druck- und Volumenstromverlauf in Abhängigkeit von der Zeit nach dem Verfahren nach dem Stand der Technik.

10      Figur 4 zeigt den Verlauf von Druck und Volumenstrom nach dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Figur 1 zeigt beispielhaft eine Anlage für den Einsatz in dem erfindungsgemäßen Verfahren enthaltend einen Gegenstrominjektionsmischkopf 1, dessen Umschaltorgan 2 als Nutenschieber oder Steuerschieber ausgebildet ist. Die Komponente (Isocyanat oder Polyol) wird dabei im Kreislauf durch Zirkulationsleitung 3, Komponentenbehälter 4, Leitung 5, Dosierpumpe 6, Volumenstrommesser 7, Düse 8 und Kreislaufnut 9 gefördert. Die Druckmessung erfolgt durch Drucksensor 10, der über eine Impulsleitung mit der Steuereinrichtung 12 verbunden ist. Die Dosierpumpe 6 wird von einem Motor 11 angetrieben, der ebenfalls über eine Impulsleitung mit der Steuereinrichtung 12 verbunden ist. Der Volumenstrommesser 7 ist ebenfalls mit der Steuereinrichtung 12 über eine Impulsleitung verbunden.

25      Der Dosiervorgang wird in die beiden Phasen Rezirkulation und Schuss unterteilt.

Beim Umschalten von Rezirkulation (Kreislauffahrweise) in den Schussbetrieb wird das Umschaltorgan 2 (Nutenschieber) hydraulisch sehr schnell umgeschaltet.

30      Figur 2 zeigt die gleiche Anlage im Schussbetrieb. Der Steuerschieber (Umschaltorgan 2) blockiert die Rückströmung in die Zirkulationsleitung 3. Die Komponente

wird daher durch die Düse 8 in die Mischkammer 13 gefördert und dort mit der zweiten Komponente vermischt.

5      Figur 3 zeigt je einen Druck- und Volumenstromverlauf in Abhängigkeit von der Zeit nach dem Verfahren nach dem Stand der Technik. Es zeigt sich eine starke Veränderung des Drucks beim Umschalten von der Kreislauffahrweise in den Schussbetrieb. Durch das „Abatmen“ des Drucksystems ändert sich der Volumenstrom über der Schusszeit.

10      Figur 4 zeigt den Verlauf von Druck- und Volumenstrom nach dem erfindungsgemäßen Verfahren. Dabei ist der Druckverlauf während der gesamten Rezirkulations- und Schussphase konstant. Der Volumenstrom ist während der gesamten Schusszeit konstant.



**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung von Polyurethan-Formteilen, bei dem mindestens eine Isocyanat- und mindestens eine Polyolkomponente im Schussbetrieb mit vorgegebenen Volumenströmen  $\dot{V}_{s/Iso}$  für das Isocyanat und  $\dot{V}_{s/Polyol}$  für das Polyol und vorgegebenen Drücken  $p_{s/Iso}$  für das Isocyanat und  $p_{s/Polyol}$  für das Polyol für eine vorgegebene Zeitspanne  $\Delta t$  in eine Mischkammer (13) gefördert werden, in der Mischkammer (13) vermischt werden und das Polyurethan-Reaktionsgemisch anschließend in eine Form ausgetragen wird und bei dem die Komponenten vor dem Schussbetrieb durch Zirkulationsleitungen (3) zwischen dem Mischkopf und den jeweils zugeordneten Komponentenbehältern (4) im Kreislauf gefördert werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Drücke der Komponenten mittels Drucksensoren (10) gemessen und über Impulsleitungen einer Steuereinrichtung (12) übermittelt werden und dass während der Förderung im Kreislauf die Volumenströme der Komponenten so eingestellt werden, dass die Drücke der Komponenten im Kreislauf den vorgegebenen Drücken  $p_{s/Iso}$  bzw.  $p_{s/Polyol}$  der Komponenten für den Schussbetrieb entsprechen, und dass während des Umschaltens von Kreislauffahrweise auf Schussbetrieb die vorgegebenen Volumenströme  $\dot{V}_{s/Iso}$  und  $\dot{V}_{s/Polyol}$  der Komponenten für den Schussbetrieb eingestellt werden, wobei die Einstellung der Volumenströme der Komponenten durch die Einstellung der Antriebe (11) der Dosierorgane (6) durch die Steuereinrichtung (12) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass neben der mindestens einen Polyol- und Isocyanatkomponente noch weitere Komponenten, Additive oder Farben eingesetzt werden.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem die Drücke der Komponenten sowohl während des Rezirkulations- als auch während des

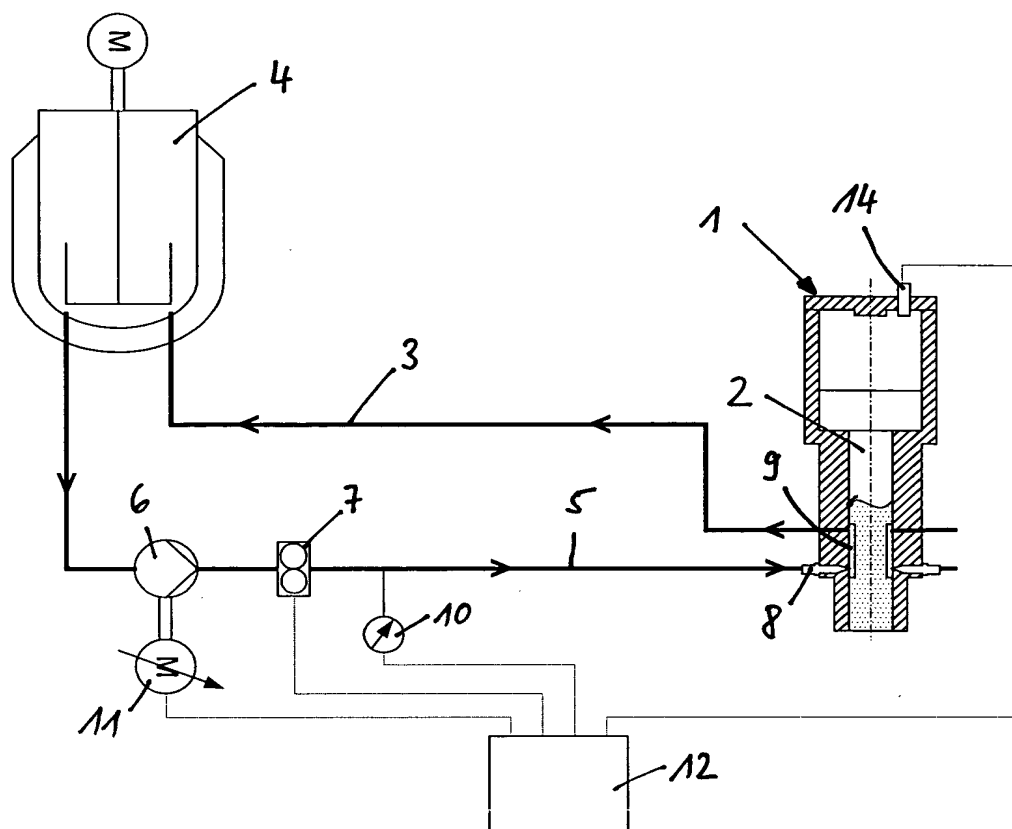
Schussbetriebes in einem Bereich von 3 bis 600 bar, vorzugsweise von 50 bis 350 bar, besonders bevorzugt von 100 bis 250 bar liegen.

- 5      4.      Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Volumenströme der Komponenten permanent durch Volumenstrommesser (7) erfasst und mittels Impulsleitungen der Steuerung (12) signalisiert werden und dass eine während eines Schusses auftretende Toleranzüberschreitung ermittelt und für die nachfolgenden Schüsse korrigiert wird.

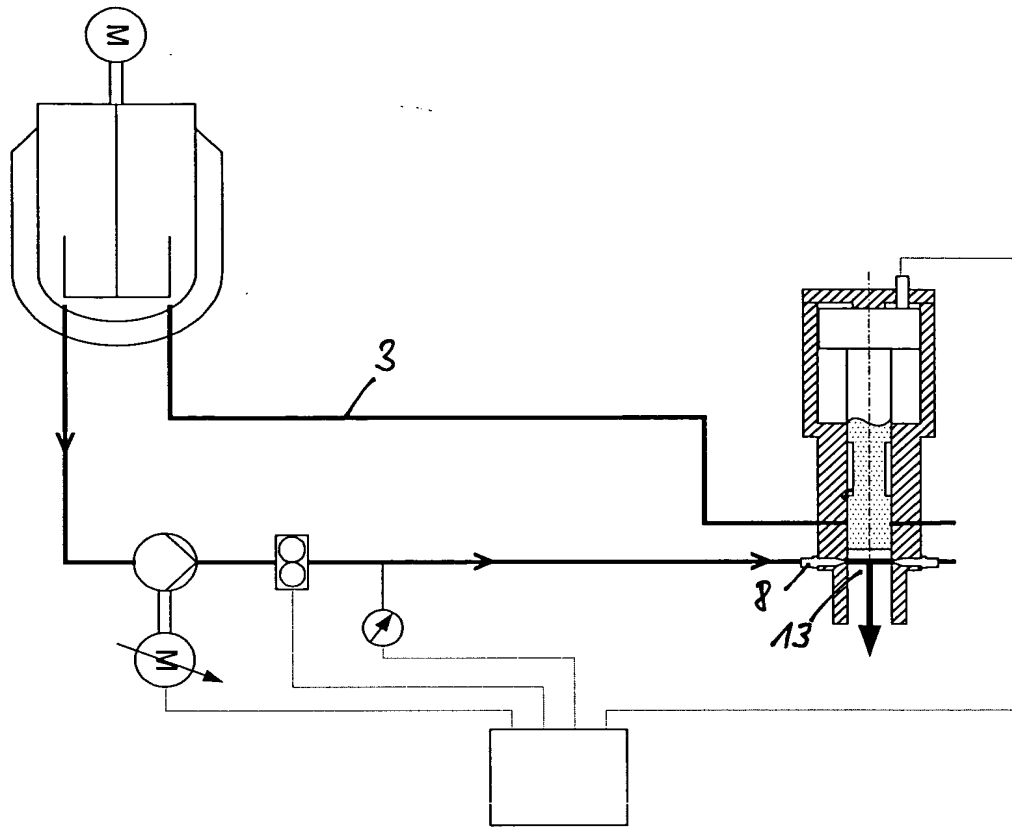
**Verfahren zur Herstellung von Polyurethan-Formteilen****Z u s a m m e n f a s s u n g**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Polyurethan-Formteilen, bei dem mindestens eine Isocyanat- und mindestens eine Polyolkomponente im Schussbetrieb mit vorgegebenen Volumenströmen  $\dot{V}_{s/IsO}$  für das Isocyanat und  $\dot{V}_{s/Polyol}$  für das Polyol und vorgegebenen Drücken  $p_{s/IsO}$  für das Isocyanat und  $p_{s/Polyol}$  für das Polyol für eine vorgegebene Zeitspanne  $\Delta t$  in eine Mischkammer (13) gefördert werden, in der Mischkammer (13) vermischt werden und das Polyurethan-Reaktionsgemisch anschließend in eine Form ausgetragen wird und bei dem die Komponenten vor dem Schussbetrieb durch Zirkulationsleitungen (3) zwischen dem Mischkopf und den jeweils zugeordneten Komponentenbehältern (4) im Kreislauf gefördert werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Drücke der Komponenten mittels Drucksensoren (10) gemessen und über Impulsleitungen einer Steuereinrichtung (12) übermittelt werden und dass während der Förderung im Kreislauf die Volumenströme der Komponenten so eingestellt werden, dass die Drücke der Komponenten im Kreislauf den vorgegebenen Drücken  $p_{s/IsO}$  bzw.  $p_{s/Polyol}$  der Komponenten für den Schussbetrieb entsprechen, und dass während des Umschaltens von Kreislauffahrweise auf Schussbetrieb die vorgegebenen Volumenströme  $\dot{V}_{s/IsO}$  und  $\dot{V}_{s/Polyol}$  der Komponenten für den Schussbetrieb eingestellt werden, wobei die Einstellung der Volumenströme der Komponenten durch die Einstellung der Antriebe (11) der Dosierorgane (6) durch die Steuereinrichtung (12) erfolgt.

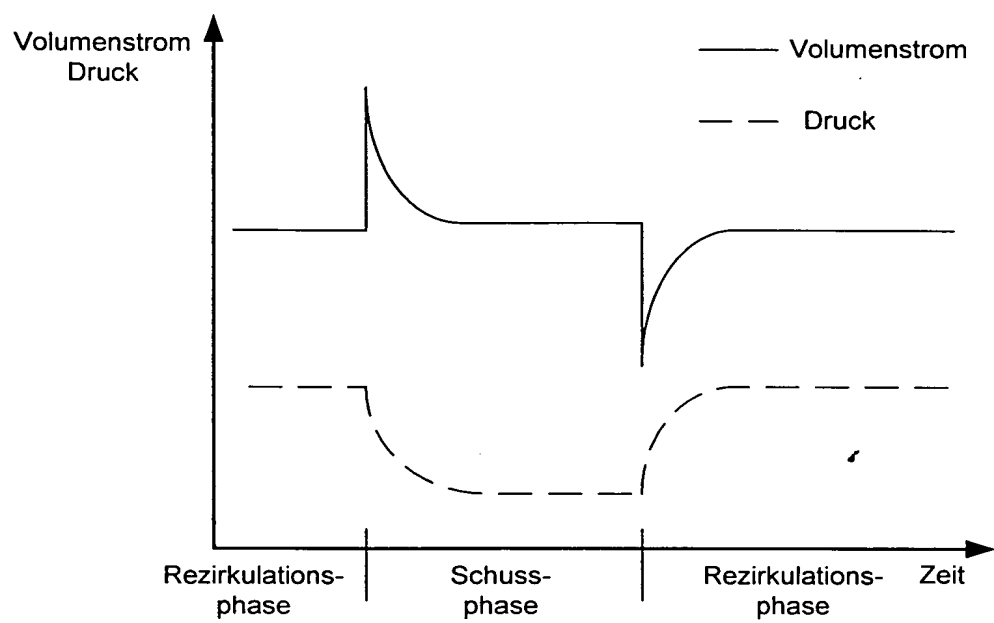
Figur 1:



Figur 2:



Figur 3:



Figur 4:

